

# KETERKAITAN FORAMINIFERA DAN KEDALAMAN PERAIRAN SEBELAH TENGGARA PULAU SERAM, MALUKU

## THE RELATION BETWEEN FORAMINIFERA AND WATER DEPTH OF SOUTH EASTERN PART OF SERAM ISLAND, MOLLUCCA

Suhartati M. Natsir<sup>1</sup>, Kresna T. Dewi<sup>2</sup> dan Sri Ardhyastuti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta, Indonesia (14430)

<sup>2</sup>Puslitbang Geologi Kelautan, Kementerian ESDM, Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung

<sup>3</sup>Balai Teknologi Survei Kelautan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Gd 2 BPPT, Lt.12, Jl MH Thamrin No. 8 Jakarta Pusat  
Email: suhartatinatsir@yahoo.com

Diterima : 24-08-2017, Disetujui : 18-12-2017

### ABSTRAK

Daerah penelitian merupakan perairan dalam di tenggara Pulau Seram yang berbatasan antara Laut Seram di bagian utara dan Laut Banda di bagian selatan. Laut dalam merupakan ekosistem unik yang perlu diketahui kandungan biotanya termasuk foraminifera. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan dan keterkaitan foraminifera dengan laut dalam. Penelitian foraminifera menggunakan 9 (sembilan) sampel sedimen hasil cucian melalui proses preparasi, observasi dan analisis spesies. Hasil pengamatan menemukan 20 spesies foraminifera planktonik didominasi oleh *Globigerina bulloides* dan beberapa spesies lain yang kurang melimpah diantaranya *Globorotalia tumida*, *Orbulina suturalis* dan *Orbulina universa*. Ditemukan 9 spesies foraminifera bentonik dalam jumlah kurang melimpah dan diwakili oleh kehadiran *Bolivina elegans* sebagai komponen laut dalam. Nilai rasio foraminifera planktonik dan bentonik (rasio P/B) pada semua stasiun lebih dari 90% yang termasuk dalam klasifikasi lingkungan batial bawah.

Kata kunci: foraminifera, rasio P/B, kedalaman, Pulau Seram

### ABSTRACT

The study area is deep sea located in south eastern part of Seram Island that facing too deep seas of Seram and Banda. The deep sea is a unique ecosystem that should be explored the biota composition, including foraminifera. The aim of this study is to determine the assemblage and relationship between foraminifera and water depth. The foraminiferal study used 9 (nine) washed sediment samples through sample preparation, observation and species analysis. There are 20 identified species of planktonic foraminifera dominated by *Globigerina bulloides* and other several species which are less abundant such as *Globorotalia tumida*, *Orbulina suturalis* and *Orbulina universa*. It is found 9 species of benthic foraminifera that were less abundant and represented by *Bolivina elegans* as deep water component. The ratio values between planktonic and benthonic foraminifera (P/B ratio) for all samples are more than 90% that is classified as lower bathyal zone.

Keywords: foraminifera, P/B ratio, water depth, Seram Island

### PENDAHULUAN

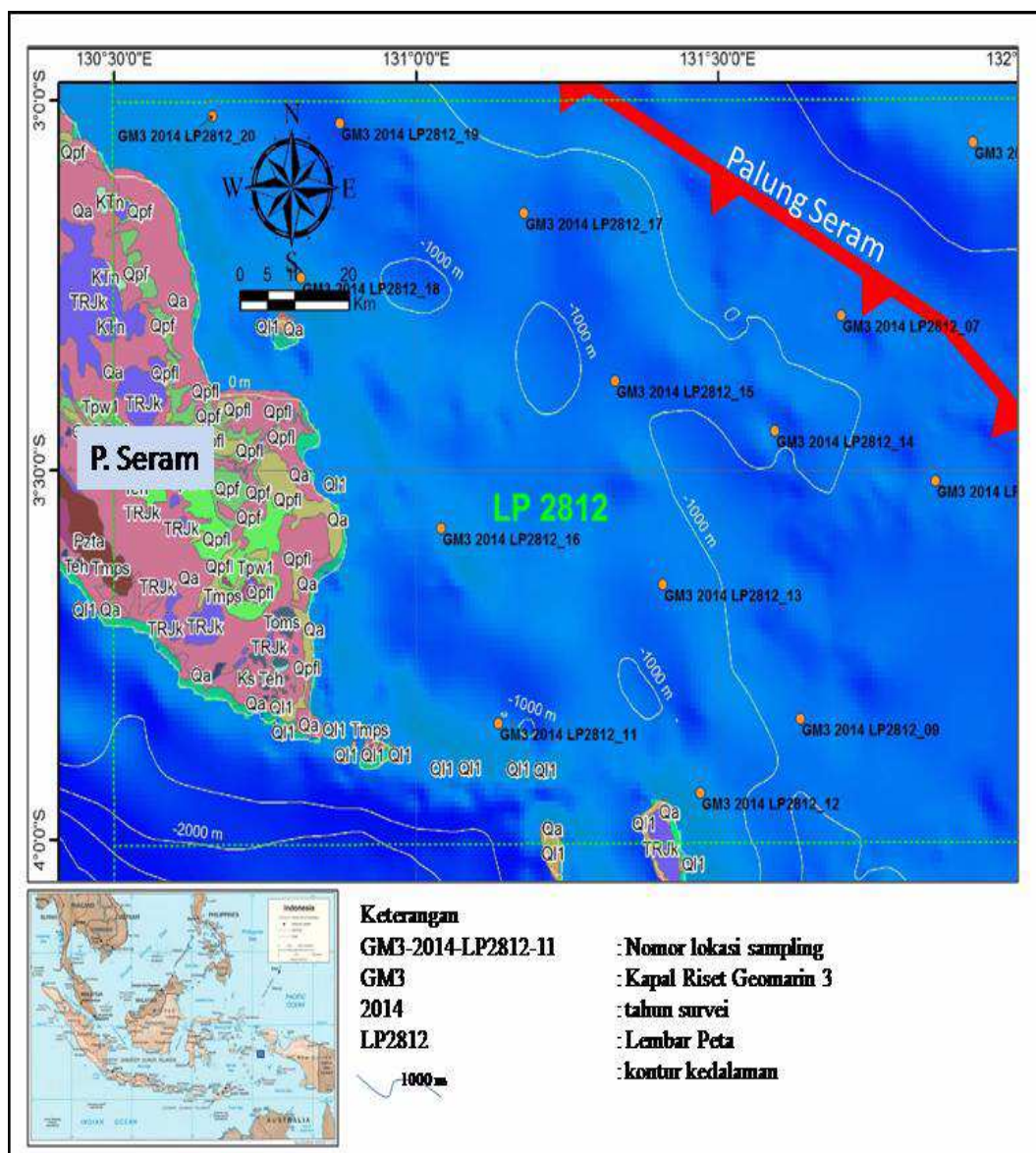
Daerah penelitian terletak di bagian tenggara Pulau Seram yang berbatasan antara Laut Seram dan Laut Banda. Perairan di sekitar pulau Seram ini sangat baik bagi kehidupan biota, baik yang berukuran makroskopis seperti ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) maupun yang berukuran mikroskopis seperti foraminifera.

Secara umum, foraminifera dapat hidup dan tumbuh pada semua tipe perairan termasuk laut, danau, rawa dan perairan tawar (Boltovskoy dan Wright, 1976 dan Murray, 2006). Foraminifera tertentu merupakan organisme yang hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang. Kehidupan foraminifera sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti jenis sedimen,

kedalaman, salinitas, nutrien, arus dan lain-lain sehingga dapat digunakan sebagai indikator lingkungan. Berdasarkan cara hidupnya, foraminifera terdiri dari foraminifera planktonik dan foraminifera bentonik. Perbandingan kedua kelompok foraminifera tersebut (rasio P/B) dapat digunakan untuk merekonstruksi kedalaman purba (*paleobathymetry*). Beberapa peneliti terdahulu telah menggunakan formula ini untuk studinya diantaranya Boltovskoy dan Wright (1976), van Marle (1987), Valchev (2003), dan lain-lain. Dari penelitian tersebut disimpulkan adanya korelasi yang konsisten antara rasio P/B dengan kedalaman laut. Boltovskoy dan Wright (1976) dan Valchev (2003) menyatakan bahwa nilai persentasi rasio P/B meningkat seiring dengan bertambahnya

kedalaman. Namun Gustiantini (2005) menemukan perbandingan yang cukup bervariasi di perairan sekitar Pulau Derawan, Kalimantan Timur. Hal ini berkaitan dengan pola arus setempat dan variasi morfologi dasar laut yang terdiri dari perairan dangkal, kawasan pulau-pulau kecil dan laut dalam. Selain itu perbandingan foraminifera bentonik dan planktonik (rasio P/B) juga dapat digunakan sebagai indikator produktivitas suatu perairan (Loubere dan Fariduddin, 1994).

Kelimpahan foraminifera planktonik di sekitar Pulau Seram (Leg 2 pada Gambar 1) telah diteliti oleh Troelstra dan de Kroon (1989). Mereka menemukan bahwa *Globigerina bulloides* mendominasi daerah penelitian dan beberapa spesies lain yang dijumpai cukup melimpah seperti



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel sedimen di daerah penelitian (modifikasi dari Nainggolan, dkk, 2014),

*Globogerinoides ruber*, *Globigerinita glutinata* dan *Globorotalia menardii*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan foraminifera di perairan sebelah tenggara Pulau Seram, Maluku dan untuk mengetahui keterkaitan rasio *P/B* dengan kedalaman.

## METODE

Pengambilan sampel sedimen dasar laut menggunakan pemercontoh jatuh bebas (*gravity corer*) dari KR Geomarin 3, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, KESDM di perairan antara Papua Barat dan Pulau Seram pada tahun 2014. Sembilan sampel sedimen terpilih dari perairan tenggara Pulau Seram digunakan untuk studi foraminifera melalui proses preparasi, observasi dan analisis yang dilakukan di laboratorium Geologi, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta.

0,25; 0,5; 1; 2; 4; dan 8 mm untuk dianalisis kandungan foraminifera dan biota lain yang terdapat didalamnya.

Kemudian dilakukan proses deskripsi dan identifikasi terhadap spesimen yang didapatkan. Spesimen yang telah dipisahkan diklasifikasikan berdasarkan morfologinya seperti bentuk cangkang, bentuk kamar, formasi kamar, jumlah kamar, ornamentasi cangkang, kemiringan aperture, posisi aperture dan kamar tambahan. Sedangkan proses identifikasi mengacu van Marle (1989), Loeblich dan Tappan (1994) dan Yassini dan Jones (1995). Proses *sticking* dan dokumentasi dilakukan dengan meletakkan spesimen yang terpilih pada *foraminiferal slide* pada posisi tampak aperture, tampak dorsal, tampak ventral dan tampak samping yang kemudian diamati dengan bantuan mikroskop binokuler dan didokumentasikan.

Jumlah foraminifera yang terdapat pada

Tabel 1. Koordinat titik pengambilan sampel di perairan tenggara Pulau Seram

No.	Stasiun	Posisi koordinat		Kedalaman (m)
1	GM3-2014-11	003° 49' 45" S	131° 08' 08" E	1103
2	GM3-2014-12	003° 55' 15" S	131° 28' 12" E	818
3	GM3-2014-13	003° 38' 38" S	131° 24' 27" E	815
4	GM3-2014-14	003° 26' 20" S	131° 35' 36" E	1054
5	GM3-2014-15	003° 22' 21" S	131° 19' 42" E	1006
6	GM3-2014-16	003° 34' 09" S	131° 02' 25" E	512
7	GM3-2014-17	003° 08' 58" S	131° 10' 41" E	1177
8	GM3-2014-18	003° 14' 11" S	130° 48' 31" E	622
9	GM3-2014-20	003° 01' 15" S	130° 39' 43" E	686

Preparasi sampel dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain pencucian sampel, penjentikan (*picking*), deskripsi dan identifikasi serta *sticking* dan dokumentasi. Pencucian sampel dilakukan dengan air mengalir di atas saringan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 30°C. Sampel yang telah kering dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi label untuk analisis lebih lanjut. Setelah pencucian dan pengeringan, saringan harus direndam dalam larutan *methylene blue* untuk mencegah kontaminasi oleh sampel berikutnya dan selanjutnya dicuci. Tahap selanjutnya adalah penjentikan dengan menyebarkan sampel hasil cucian pada *extraction tray* dengan bantuan mikroskop binokular secara merata. Foraminifera hasil penjentikan disimpan pada *foraminiferal slide*. Ukuran butir sedimen dibedakan menjadi tujuh jenis ukuran sesuai ukuran saringan yang digunakan, mulai dari yang terkecil yaitu 0,125;

sedimen dihitung jumlahnya sehingga diperoleh kelimpahan spesies pada masing-masing stasiun. Jumlah spesies pada masing-masing stasiun dikelompokkan berdasarkan tingkat kelimpahannya (Natsir, 1982) yaitu:

- Sangat melimpah : lebih dari 75 individu
- Melimpah : 41 - 75 individu
- Cukup : 21 - 40 individu
- Jarang : 11 - 20
- Sangat jarang : kurang dari 11 individu

Rasio foraminifera planktonik dan foraminifera bentonik (rasio *P/B*) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (van Marle, 1989).

$$\text{Rasio } P/B = \left( \frac{PB}{P+PB} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

- P : jumlah individu foraminifera planktonik  
B : jumlah individu foraminifera bentonik

## HASIL

Hasil pengamatan terhadap sampel sedimen dari masing-masing stasiun diperoleh sedimen yang mengandung foraminifera planktonik maupun bentonik dengan jenis dan kelimpahan yang beragam. Secara keseluruhan, jumlah foraminifera yang diperoleh pada penelitian ini sebanyak 29 spesies yang didominasi oleh foraminifera planktonik (20 spesies) dan 9 spesies foraminifera bentonik (Tabel 2).

Foraminifera planktonik yang mempunyai pola hidup melayang dalam kolom air sangat dipengaruhi oleh pola arus setempat. Di daerah penelitian foraminifera planktonik yang dijumpai di semua stasiun adalah *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides tenellus*, *Globorotalia exilis*, *Globorotalia fohsi*, *Globorotalia menardii* dan *Globorotalia tumida* dalam jumlah antara jarang (11-20 individu) hingga sangat melimpah (>75 individu). Stasiun 14, 15, 16, 18 dan 20 mempunyai

20 spesies dan hanya stasiun 17 yang mempunyai jumlah terbanyak foraminifera planktonik.

Foraminifera bentonik yang mempunyai pola hidup di sekitar dasar suatu perairan, ditemukan sangat sedikit dibandingkan dengan foraminifera planktonik. Sebaran delapan spesies foraminifera bentonik tidak merata dengan kelimpahan sangat jarang (<11 individu) hingga cukup (21-40 individu).

Jumlah spesies foraminifera (planktonik dan bentonik) terbanyak didapatkan di stasiun 15 (1006 m) dan 18 (622 m) yang mencapai 23 spesies dengan kelimpahan jarang sampai sangat melimpah

Nilai rasio foraminifera planktonik dan foraminifera bentonik (rasio P/B) pada lokasi pengambilan contoh relatif tinggi, berkisar antara 94,54 - 100% dan bervariasi untuk setiap sampel sedimen (Tabel 3). Nilai rasio P/B terendah terdapat pada sampel dari stasiun 20 dengan kedalaman 686 m yaitu mencapai 94,54%.

Tabel 2. Foraminifera yang ditemukan di Laut Seram

No	Spesies foraminifera	Nomor Stasiun (GM3-2014-LP2812-									
		11	12	13	14	15	16	17	18	20	
Foraminifera Planktonik											
1	<i>Bolivina subangularis</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	
2	<i>Globigerina angulisluturalis</i>	-	-	-	xx	xx	xxx	xx	xxxx	xxx	
3	<i>Globigerina aperture</i>	-	-	-	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	
4	<i>Globigerina bulloides</i>	-	-	-	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	
5	<i>Globigerinoides primordius</i>	-	-	-	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	
6	<i>Globigerinoides quadrilobatus</i>	-	-	-	xx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	
7	<i>Globigerinoides ruber</i>	xxx	xxx	xxx	xxxx	xx	xxx	xx	xxxx	xxx	
8	<i>Globigerinoides sacculifer</i>	-	-	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxx	
9	<i>Globigerinoides sicinus</i>	-	-	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxx	
10	<i>Globigerinoides tenellus</i>	xxx	-	xxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxx	
11	<i>Globoquadrina barboemouensis</i>	-	xxx	xx	xx	xx	xxx	xx	xxxx	xxx	
12	<i>Globorotalia bella</i>	-	-	xx	xx	xx	xxx	xx	xxxx	xxx	
13	<i>Globorotalia exilis</i>	xxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	
14	<i>Globorotalia fohsi</i>	xx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	
15	<i>Globorotalia menardii</i>	xxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxxx	xxxx	xxxx	
16	<i>Globorotalia munda</i>	-	-	xx	xx	xx	xxx	xx	xxxx	xxx	
17	<i>Globorotalia tumida</i>	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxxx	xxx	
18	<i>Orbulina suturalis</i>	-	-	xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	
19	<i>Orbulina universa</i>	-	-	-	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxx	xxxxx	
20	<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>		xx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxxx	xxx	
21	<i>Turborotalia cristata</i>			xx	xx	xx	xxx	xxx	xxxx	xxx	
Foraminifera Bentik											
1	<i>Bolivinella elegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	xxx	
2	<i>Bulimina fijiensis</i>	-	xx	-	-	-	-	-	xx		
3	<i>Buliminella spicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	xx	xx	
4	<i>Cymbaloporeta squamosa</i>	-	-	-	-	xx	-	-	-	-	
5	<i>Loxostomum karrerianum</i>	-	-	-	xx	-	-	-	-	-	
6	<i>Monalysidium politum</i>	-	-	-	-	xx	-	-	-	-	
7	<i>Pyrgo milleti</i>	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	
8	<i>Siphogenerina virgula</i>	-	-	-	-	xx	-	-	-	-	

Keterangan:

- Sangat melimpah (xxxxx) : >75 individu
- Melimpah (xxxx) : 41-75 individu
- Umum (xxx) : 21-40 individu
- Jarang (xx) : 11-20 individu
- Sangat jarang (x) : < 11 individu
- Tidak ditemukan (-) : 0

Tabel 3. Kelimpahan individu foraminifera planktonik dan bentonik serta rasio P/B di perairan sebelah tenggara Pulau Seram

No	Stasiun	Jumlah Individu Foraminifera			Rasio P/B
		Planktonik	Bentik	Total	
1	11	153	0	153	100.00
2	12	226	11	237	95.36
3	13	428	0	428	100.00
4	14	764	11	775	98.58
5	15	761	43	804	94.65
6	16	925	0	925	100.00
7	17	750	0	750	100.00
8	18	1230	41	1271	96.77
10	20	831	48	879	94.54

Tingginya nilai tersebut mengindikasikan bahwa semua stasiun didominasi oleh foraminifera planktonik, bahkan beberapa stasiun memiliki rasio P/B yang mencapai 100% (stasiun 11, 13, 16 dan 17) yang mengindikasikan bahwa hanya terdapat foraminifera planktonik pada sampel sedimen tersebut.

## PEMBAHASAN

Secara keseluruhan, foraminifera yang diperoleh dari sedimen pada kedalaman antara 512 dan 1177 m pada penelitian ini didominasi oleh foraminifera planktonik. Terdapat tiga spesies yang ditemukan sangat melimpah pada beberapa stasiun, yaitu *Globorotalia tumida*, *Orbulina suturalis* dan *Orbulina universa*. Spesies-spesies tersebut juga mendominasi pada beberapa stasiun lainnya termasuk pada stasiun 17. *Globorotalia tumida* juga ditemukan sangat melimpah bersama dengan *Globoquadrina pseudofoliata*, *Globigerinoides cyclostomus* dan *Pulleniatina finalis* di Teluk Ambon pada sedimen pasir halus dengan ukuran butir 0,063 – 0,500mm (Hermanto dan Natsir, 1989). Banyak faktor yang mempengaruhi kehidupan foraminifera terutama foraminifera bentonik yang hidup di dasar perairan. Hal tersebut sesuai dengan jenis sedimen yang terdapat pada semua stasiun daerah penelitian yang terdiri dari pasir halus sampai pasir sangat halus.

Beberapa spesies yang ditemukan di semua stasiun antara lain *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia exilis*, *Globorotalia fohsi*, dan *Globorotalia tumida*. Spesies-spesies tersebut ditemukan dalam kelimpahan yang berbeda-beda pada masing-masing stasiun, mulai dari jarang sampai melimpah. Beberapa spesies dari genus *Globigerinoides* dan *Globorotalia* juga ditemukan sangat melimpah oleh Rositasari (2010) di perairan

Selat Makassar pada kedalaman 1884 m sampai 2966 m. Demikian pula hasil penelitian Dewi & Hanafi (2013) yang menemukan *Globorotalia menardii*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber* dan lain-lain sebagai penciri sedimen laut dalam mendominasi perairan laut dalam. Komposisi ini hampir sama dengan foraminifera planktonik yang ditemukan di Teluk Tomini (Dewi dan Hanafi, 2013).

Foraminifera bentonik dijumpai di beberapa stasiun (12, 14, 15 18 dan 20) dengan jumlah yang relatif lebih sedikit dengan foraminifera planktonik. Namun demikian, foraminifera bentonik yang ditemukan termasuk dalam kelimpahan jarang atau berkisar antara 10 – 20 individu, kecuali *Bolivina elegans* yang termasuk dalam kelimpahan cukup. Selain spesies tersebut, foraminifera bentonik yang terdapat di daerah penelitian diantaranya *Bulimina fijiensis*, *Buliminella spicata*, *Cymbaloporella squamosa*, *Monalysidium politum*, *Pyrgo milleti*, dan *Siphogenerina virgula*. Komposisi spesies laut dalam ini berbeda dengan hasil penelitian Dewi dan Hanafi (2012) di Teluk Tomini, Sulawesi yang dicirikan oleh kehadiran *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Ceratobulimina pacifica*, *Pyrgo* sp., *Bolivina quadralatera* dan *Uvigerina peregrina*. Perbedaan ini terkait dengan morfologi dasar laut di Teluk Tomini yang dilengkapi dengan adanya pulau-pulau kecil dan sedikit dipengaruhi oleh arus dari belahan utara. Hal ini berbeda dengan daerah penelitian yang merupakan laut lepas dan dipengaruhi oleh arus dari Samudera Pasifik menuju selatan.

Hasil penghitungan rasio P/B pada semua stasiun diperoleh nilai lebih dari 90%. Semua sampel sedimen didominasi oleh foraminifera planktonik dan hanya sedikit, bahkan tidak terdapat foraminifera bentonik pada beberapa stasiun. Kelimpahan foraminifera planktonik di beberapa stasiun di daerah penelitian yang mencapai lebih dari 90% merupakan penciri perairan laut dalam. Hal ini didukung juga oleh hasil penelitian van Marle dkk. (1987) di sekitar Laut Banda yang mendapatkan kandungan foraminifera planktonik berkisar antara 92 dan 99% pada kedalaman lebih dari 1000 m. Semakin tinggi kedalaman laut jumlah foraminifera planktonik semakin meningkat dibandingkan dengan jumlah foraminifera bentonik Boltovkoy dan Wright, 1976). Berdasarkan rasio P/B tersebut, daerah penelitian termasuk dalam



klasifikasi lingkungan batial bawah (Murray, 1976 dan Boersma, 1983 dalam Valchev, 2003). Rasio P/B ini telah diaplikasikan untuk merekonstruksi kedalaman purba (paleobatimetri) di sekitar Pulau Seram berumur Kenozoik Akhir oleh van Marle dkk., (1987) dan van Marle (1989). Studi foraminifera ini dilakukan terhadap tiga singkapan di Pulau Seram berumur Pliosen Tengah sampai Plistosen. Hasilnya menunjukkan konsistensi kedalaman sekitar 400-1100 m berdasarkan komposisi foraminifera bentonik dan rasio PB baik dari sampel di darat maupun di laut (Resen) di sekitarnya. Rasio P/B berbeda pada sampel dari Kwa-Rioepa yang direkonstruksi mempunyai kedalaman 200-500 m. Perbedaan ini berkaitan dengan posisinya di bawah endapan terumbu karang (De Smet dkk., dalam van Marle, 1987. Hal yang sama juga dihasilkan oleh Jurnaliah dkk., (2016) yang meneliti foraminifera dari laut di sebelah Utara Semarang (Laut Jawa) dan dari Formasi Kalibeng, Jawa Tengah yang berumur Miosen.

## KESIMPULAN

Di perairan tenggara Pulau Seram teridentifikasi 20 spesies foraminifera planktonik dan 9 spesies foraminifera bentonik. Jumlah spesies terbanyak (20 spesies) ditemukan di perairan dekat Pulau Seram (St. 9/GM3-2014-20) dengan kelimpahan jarang sampai sangat melimpah. Tiga spesies foraminifera planktonik yang ditemukan sangat melimpah di beberapa stasiun dalam sedimen pasir halus sampai pasir sangat halus diantaranya *Globorotalia tumida*, *Orbulina suturalis* dan *Orbulina universa*. Sedangkan foraminifera bentonik yang termasuk dalam kelimpahan cukup (21-40 individu) adalah *Bulimina fijiensis*, *Buliminella spicata*, *Cymbaloporella squamosa*, *Monalysidium politum*, dan *Pyrgo milleti*, Nilai rasio P/B umumnya lebih 90% pada kedalaman antara 512-1107 m sebagai lingkungan batial bawah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Tumpal Nainggolan selaku Kepala Tim Geologi dan Geofisika Kelautan pada Pelayaran KR Geomarin 3 yang memberi izin penggunaan sampel sedimen dan memberi kesempatan penulis ketiga untuk ikut dalam survei ini. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan di Laboratorium Geologi, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI yang membantu proses preparasi sampel.

## DAFTAR ACUAN

- Boltovskoy, E. dan Wright, R., 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W. June, B. V. Publisher, The Hague, Netherland. 515 h.
- Dewi, K.T. dan Hanafi, M., 2013. Karakteristik Komunitas Foraminifera Laut Dalam di Teluk Tomini, Sulawesi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1): 17-25.
- Gustiantini, L., Dewi, K.T. and Illahude, D., 2005. Perbandingan foraminifera bentik dan planktonik (*P/B ratio*) diperairan sekitar Pulau Derawan, Kalimantan Timur *Proceedings of Joint Convention The 30<sup>th</sup> HAGI, 34<sup>TH</sup> IAGI and The 14<sup>th</sup> HPERHAPI Annual Convergence and Exhibition*, Surabaya: 341-348
- Hermanto dan Natsir, S.M. 1989. Transportasi Sedimen Permukaan dan Foraminifera di Teluk Ambon. *Teluk Ambon II (Biologi Perikanan, Oseanografi dan Geologi)*. P3O-LIPI. Jakarta. 150h.
- Jurnaliah L., F., Muhamadsyah dan Barkah, N., 2016. Lingkungan Pengendapan Formasi Kalibeng Pada Kala Miosen Akhir di Kabupaten Demak dan Kabupaten Semarang, Jawa Tengah Berdasarkan Rasio Foraminifera Planktonik dan Bentonik (Rasio P/B). *Bulletin of Scientific Contribution*, 14 (3): 233-238.
- Loubere, P., dan Fariduddin, M., 1994. Benthic foraminifera and the flux of organic carbon to the seabed. Dalam sen Gupta (Editor) *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, 181-200
- Loeblich, A. R., and Tappan, H. 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication No. 31. Los Angeles, California. 661h.
- Murray, J. W. 2006. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge Univ. Press. 426 pp.
- Nainggolan, B.T., Rohendi, E., Subekti, A., dan Vernando, 2014. Pemetaan Geologi dan Geofisika Kelautan Lembar Peta 2812-2912 Perairan Laut Seram, Papua. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. *Tidak dipublikasikan*. 62 h.
- Natsir, S.M., 1982. Distribusi Foraminifera Bentonik di Formasi Kalibeng Atas Sragen,

- Jawa Tengah. Skripsi S1 UGM. *Tidak dipublikasikan*.
- Rositasari, R. 2010. Recent Foraminiferal Communities in Makassar Strait. *Journal of Coastal Development*, Vol. 14 (1): 26-34.
- Sen Gupta, B.K., 1994. Introduction to Modern Foraminifera, dalam sen Gupta (Editor) *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, 3-6
- Troelstra, S.R., dan Kroon, D., 1989. Note on Extant Planktonic Foraminifera From the Banda Sea, Indonesia (Snellius-II Expedition, Cruise G5) *Netherlands Journal of Sea Research* 24 (4): 459-463
- Valchev, B., 2003. *On The Potential of Small Benthic Foraminiferal as Paleoecology indicators: Recent Advances*. 50 Years University of Mining and geology "St. Ivan Rilski". Annual. Vol. 46, Part I, Geology
- van Marle, L.J., van Hinte, J.E., and Nederbragt, A.J. 1987. Plankton percentage of the foraminiferal fauna in seafloor samples from the Australian – Irian Jaya Continental margin, Eastern Indonesia. *Marine Geology*, 77: 151 – 156.
- van Marle, L.J., 1989. Benthic foraminifera from the Banda Arc Region, Indonesia, and their paleobathymetric significance for geologic interpretations of the Late Cenozoic sedimentary record. Free University Press, Amsterdam, 17-92.
- Yassini, I., & Jones, B. G., 1995. *Foraminifera and ostracoda from Estuarine and Shelf Environments on The South Eastern Coast of Australia*, University press., Wollongong, 270h.

